

Restråstoff fra hvitfisknæringen

Totalutnyttelse av alle fraksjoner fra innmat



Illustrasjon: Nofima

Nofima er et ledende matforskningsinstitutt som driver med forskning og utvikling for akvakulturnæringen, fiskerinæringen og matindustrien. Vi leverer internasjonal anerkjent forskning og løsninger som gir næringslivet konkurransefortrinn langs hele verdikjeden.

«Bærekraftig mat til alle» er vår visjon.

Kontaktinformasjon

Telefon: 77 62 90 00

post@nofima.no

www.nofima.no

NO 989 278 835 MVA



Hovedkontor Tromsø

Muninbakken 9–13

Postboks 6122

NO-9291 Tromsø



Stavanger

Måltidets hus

Richard Johnsensgate 4

Postboks 8034

NO-4068 Stavanger



Sunndalsøra

Sjølsengvegen 22

NO-6600 Sunndalsøra



Ås

Osloveien 1

Postboks 210

NO-1433 ÅS



Bergen

Kjerreidviken 16

Postboks 1425 Oasen

NO-5844 Bergen

Rapport

<i>Rapportnummer:</i> 33/2025	<i>ISBN:</i> 978-82-8296-853-9	<i>ISSN:</i> 1890-579X
----------------------------------	-----------------------------------	---------------------------

<i>Dato:</i> 26. september 2025	<i>Antall sider + sider vedlegg:</i> 11 + 0	<i>Prosjektnummer:</i> 14082
------------------------------------	--	---------------------------------

<i>Tittel:</i> Restråstoff fra hvitfisknæringen – totalutnyttelse av alle fraksjoner fra innmat

<i>Title:</i> Residual raw materials from the whitefish industry – total utilization of all fractions from offal

<i>Forfatter(e):</i> Marte Jenssen og Lars Dalheim

<i>Avdeling:</i> Marin Bioteknologi
--

<i>Oppdragsgiver:</i> FHF – Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfinansiering (FHF)

<i>Eksternt prosjektnummer/Oppdragsgivers ref.:</i> 901884

<i>Stikkord:</i> Marint restråstoff, innmat, innvoller, hvitfisk

<i>Sammendrag/anbefalinger:</i> Formålet med rapporten var å undersøke mulighetene for økt verdiskaping fra innmat fra hvitfisknæringen med utgangspunkt i eksisterende litteratur. For å sikre global matsikkerhet og bærekraftige matsystemer er vi avhengige av økt ressursutnyttelse. I Norge er vi gode på restråstoffutnyttelse, men det foreligger enda et stort potensial for bedre utnyttelse av restråstoff fra hvitfisknæringen, spesielt fra den havgående flåten. Innmat fra hvitfisk inneholder store mengder verdifulle næringsstoffer og kan utnyttes bedre enn det gjøres i dag. Store mengder «går tapt» på sjøen og av det som anvendes går betydelige mengder til lavverdi-produkter som til ensilasje og energi. Dette peker på et stort potensial for økt verdiskaping ved høyere anvendelse til konsumprodukter, høyverdiprodukter som kosttilskudd, biomedisinske produkter og kosmetikk, samt fôr-ingredienser.

<i>English summary/recommendation:</i> The purpose of the report was to investigate the possibilities for increased value creation from offal from the whitefish industry based on existing literature. To ensure global food security and sustainable food systems, we depend on increased resource utilization. In Norway, we are good at utilizing residual raw materials, but there is still great potential for better utilization of residual raw materials from the whitefish industry, especially from the ocean-going fleet. Offal from whitefish contains large amounts of valuable nutrients and can be utilized better than is done today. Large amounts are "lost" at sea and of what is used, significant amounts go to low-value products such as silage and energy. This points to great potential for increased value creation through increased use in consumer products, high-value products such as dietary supplements, biomedical products and cosmetics, as well as feed ingredients.

Innhold

1	Innledning	1
1.1	Rapportens mål og fokus	2
2	Hvordan utnyttes restråstoffet i dag?	3
3	Hva er mulighetsrommet for produktutvikling fra innmat?	5
4	Sammendrag	8
5	Referanser	9

1 Innledning

I 2024 bestod verdens befolkning av omkring 8,2 milliarder mennesker, ifølge FNs befolkningsrapport [1], og det er forventet at verdens befolkning skal nå 10,3 milliarder rundt år 2080. Matsikkerhet er blant utfordringene som følger av en økende befolkning og handler om tilgang på trygg og næringsrik mat. For å imøtekomme denne utfordringen må vi øke matproduksjonen vår. Kontrastene, når det kommer til kosthold på verdensbasis, er store. I 2022 var det 2,5 milliarder overvektige voksne, hvorav 890 millioner levde med fedme [2]. Samtidig er underernæring et stort problem, spesielt i lav- og mellominntektsland. Mer enn 40 % av verdens befolkning har ikke råd til å opprettholde et sunt kosthold [3]. Vi er derfor ikke bare avhengig av å produsere mer mat, men vi trenger økt tilgang på **sunn** og **næringsrik** mat.

Til tross for ulike problemer knyttet til inntak av sjømat (f.eks., innhold av tungmetaller), anses det fortsatt for å være sunn og næringsrik mat [4]. I helsedirektoratets kostråd anbefales det å spise mer fisk og fiskeprodukter [5]. Sjømat står for i underkant av 20 % av den globale kjøttproduksjon [6], og i 2022 nådde fiskeri- og havbruksnæringen et rekordhøyt produksjonsnivå på 223,2 millioner tonn globalt, med en verdi på omkring 472 milliarder dollar [3]. Det forventes videre økt produksjon av sjømat i fremtiden, hvorav mesteparten av veksten antas å komme fra akvakultur. Produksjon av oppdrettet fisk har økt med over 400 % globalt og 300 % nasjonalt siden 1990-tallet [3], mens det totale volumet av villfanget fisk har vært relativt stabilt under 90 millioner tonn siden slutten av 1980-tallet [3]. Produksjonen fra de ville bestandene vil være utsatt for fluktuasjoner som følge av bestandsutvikling og kvoteendringer, som for eksempel torskekvotene som er nede på sitt laveste nivå siden 1991 [7, 8] og hvor utviklingen fortsetter og gå nedover [9].

Norge er den andre største eksportøren av akvatiske dyreprodukter («Aquatic animal products»), etter Kina, og er den største eksportøren av oppdrettet laks (*Salmo salar*). I tillegg er Norge en av de største eksportørene av torsk og hyse [3]. I dag skapes det store mengder restråstoff (Infoboks 1) fra fiskeri- og havbruksnæringen. I 2024 var restråstoffgrunnlaget fra norsk sjømatnæring på i underkant av 1,1 million tonn, hvorav 89 % ble utnyttet [10]. Med økt matproduksjon, konsum og prosessering vil også produksjonen av avfall, eller restråstoff, øke, både fra industri og fra husholdningene. Det er økonomiske, etiske og miljømessige fordeler ved å utnytte mer av de sunne næringsstoffene som er tilgjengelig i restråstoffet [11, 12]. Restråstoffet består av verdifulle næringsstoffer, som proteiner og oljer. Per i dag går store deler av restråstoffet til lavverdi produkter, som fôr og energiproduksjon, men med teknologisk omstilling i prosesseringen og holdningsendringer hos konsumenter kan en større andel av restråstoffet anvendes til humant konsum og andre høyverdi produkter. I tider med nedgående fiskekvoter blir det mer og mer viktig å ta vare på, og skape verdi av, hele råstoffet.

I de siste årene har det kommet flere nasjonale satsninger som skal føre til økt bruk og lønnsomhet av marint restråstoff. I 2019 gav Nærings- og fiskeridepartementet ut «*Regjeringa sin strategi for auka verdiskaping frå marint restråstoff*» [13], som blant annet omfatter hvordan regjeringen skal bidra til å nå dette målet. Hovedtiltakene i strategien var «god tilgang til råstoff», «frierte fartøysutforming», «økt kunnskaps- og teknologiutvikling» og «bedre vilkår for handel med restråstoff». I meldingen «*En konkurransekraftig sjømatindustri*» (2016) er «bedre utnyttelse av restråstoff og mindre svinn» et av hovedmålene, og det understrekes at ivaretagelse av restråstoffet har økonomisk, miljømessig og ernæringsmessig verdi [16]. Målet er å øke andelen restråstoff som ilandføres, men for at det skal skje må etterspørselen av restråstoff økes og ilandføring bli billigere. I regjeringens bioøkonomistrategi (2016) pekes det også på å utforme en strategi for ilandføring og bruk av restråstoff fra fiskerivirksomhet, og videre utnyttelse til produksjon av lønnsomme produkter [17]. I samfunnsoppdraget for bærekraftig fôr trekkes restråstoff frem som en av de store mulige råvarealternativene som er tilgjengelige for å nå målene om å øke andelen norskproduserte fôringredienser [18]. I det nylig oppstartede samfunnsoppdraget for sirkulær økonomi (besluttet av regjeringen i januar 2025), er ett av målene «at bedrifter i

større grad deler ressurser som råvarer, energi og areal». Det nevnes spesifikt at utnyttelse av ressurser som i dag blir til avfall kan gi økt verdiskaping [19].

Infoboks 1 : Hva er marint restråstoff

Marint restråstoff er den delen av råstoffet som ikke er det primære hovedproduktet etter sløying eller videre bearbeiding av fisk og skalldyr [13, 14]. Restråstoffet er dermed **resten** av **råstoffet** etter en gitt produksjon. Eksempler kan være hoder, skinn, blod og innmat. Hvis restråstoffet behandles som mat, altså etter gjeldende regelverk og forskrifter, kan det anvendes videre til humant konsum [12]. Restråstoff som av ulike grunner ikke egner seg til humant konsum kategoriseres som animalske biprodukter eller næringsmiddelavfall [12, 15]. I animaliebiproduktsforskriften kategoriseres biprodukter slik:

Kategori 1: høy risiko for dyre- folkehelse, skal holdes unna matkjeden og går normalt til forbreining

Kategori 2: middels risiko, kan ikke brukes til fôr til matproduserende dyr eller kjæledyr

Kategori 3: lavest risiko, kan normalt brukes til fôr til alle dyr etter videre bearbeiding

Rapporten «*Utfordringer som hindrer økt utnyttelse av marint restråstoff og marine arter*» tar for seg aktuelle regelverk på fôr- og matområdet [12].

1.1 Rapportens mål og fokus

Denne rapporten er en del av TOPP-prosjektet (Torskemelke – olje- og proteinprosessering, Figur 1), finansiert av FHF (prosjektnummer 901884). TOPP er et samarbeidsprosjekt mellom Nofima (Prosjektansvarlig), Nuas Technology AS, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU) og Nord-Senja Fisk AS. Hovedmålet i prosjektet er «å utvikle og optimalisere hydrolyseprosesser for produksjon av verdiprodukter fra torskemelke ved bruk av industrielt anlegg». Et av delmålene er «å vurdere totalutnyttelse av alle fraksjoner av innmat». Under dette delmålet kommer denne rapporten, som er en litteraturstudie for å sammenstille kunnskap angående totalutnyttelse av innmat fra hvitfisk. Rapporten tilsvarer oppgaven «T4.2 Totalutnyttelse av alle fraksjoner fra innmat» i arbeidspakke 4, «Produktmuligheter».

	Delmål 1: Utvikle og optimalisere hydrolyseprosess - Prosessoptimalisering, separasjon/ekstraksjon og bioaktivitetsanalyser av hydrolysat
	Delmål 2: Testproduksjon i industrielt anlegg -Trinnvis oppskalering fra lab, pilot og til storskala anlegg hos Biotep
	Delmål 3: Vurdere totalutnyttelse av alle fraksjoner av innmat -Sammenstilling av kunnskap

Figur 1 TOPP-prosjektet (Foto torskemelke: Rune Stoltz Bertinussen ©Nofima)

2 Hvordan utnyttet restråstoffet i dag?

I Norge er vi gode på utnyttelse av marint restråstoff. Dette kommer frem fra de årlige rapportene produsert av SINTEF Ocean AS og Kontali Analyse AS på temaet «Tilgjengelighet og anvendelse av marint restråstoff fra norsk fiskeri- og havbruksnæring». Den siste publiserte rapporten i rekken er «*Analyse marint restråstoff 2024*» som ble offentliggjort i juni 2025 [10]. Fra restråstoffrapporten fremkommer det at det marine restråstoffet som produseres i Norge blir utnyttet på en god måte, men at det fortsatt er potensiale for økt utnyttelsesgrad. I 2024 ble 89 % av det totale restråstoffet utnyttet, dette tilsvarer i underkant av 1 million tonn. Omkring 118 000 tonn restråstoff ble ikke utnyttet, og dette kommer i stor grad fra hvitfisksektoren. For hvitfisksektoren var utnyttelsesgraden beregnet til 72 %, noe som tilsvarer 17 % lavere utnyttelsesgrad sammenlignet med den totale utnyttelsen fra sjømatnæringen [10].

Hvitfisksektoren (som også inkluderer havbruk av torsk) hadde et råstoffgrunnlag på 549 000 tonn i 2024, og av dette var 245 000 tonn tilgjengelig restråstoff (45 % av råstoffgrunnlaget). Totalt ble 72 % av restråstoffet utnyttet, tilsvarende omkring 176 000 tonn. Dette er den nest laveste prosentvise utnyttelsen av restråstoff fra de ulike sektorene i norsk sjømatnæring, kun utnyttelsen av restråstoff fra skalldyr var lavere (27 %). Mengden tilgjengelig restråstoff fra hvitfisknæringen hadde en nedgang på 43 000 tonn fra 2023 til 2024 som skyldes nedgang i torskekvotene [10, 20]. Det er verdt å merke seg at kystflåten utnytter cirka 95 % av restråstoffet, mens den havgående flåten har lavere utnyttelse (ca. 43 % i 2024) [10]. Det er økt fokus på bedre utnyttelse av restråstoff i havgående flåte, og flere av de nye og gamle fartøyene har installert løsninger for å kunne ivareta restråstoff på en god måte takket være økt etterspørsel etter føringredienser (fiskemel, fiskeolje, og ensilasje) [10, 11].

Hvitfisksektoren har også en ujevn tilgjengelighet av restråstoff gjennom året, med sesongtopper i februar-mars og oktober-november, og ellers lavere forekomster. Dette skyldes sesongbasert fiskeri, og kan være med på å komplisere utnyttelsen av restråstoffet. Av tilgjengelig restråstoff fra hvitfisksektoren utgjorde hoder 36 %, lever og slo henholdsvis 16 % og 18 %, og rygger og avskjær (inkludert skinn) utgjorde 17 %. Rogn og melke forekommer i de 3–4 månedene av året da fisken gyter, og disse utgjorde omtrent 14 % av det totale restråstoffgrunnlaget fra hvitfisksektoren i 2024 [10]. Innmat/innvoller (slo, lever, rogn og melke) utgjorde omkring 55 % av det tilgjengelige restråstoffet fra hvitfisksektoren i 2024 [10]. Det er også svingning i tilgjengelighet av restråstoff fra hvitfisksektoren fra år til år, noe som skyldes både kvotevariasjoner og variasjoner i bearbeidingsgrad. Fra 2019 til 2024 har det vært en nedgang på 18 % i mengden tilgjengelighet restråstoff fra sektoren, mens utnyttelsen har økt fra 61 til 72 %. I restråstoffrapporten sies det at denne økningen kommer av bedre ivaretagelse av restråstoff under fangst, samt økende god markedsutvikling, økende etterspørsel og stigende priser [10].

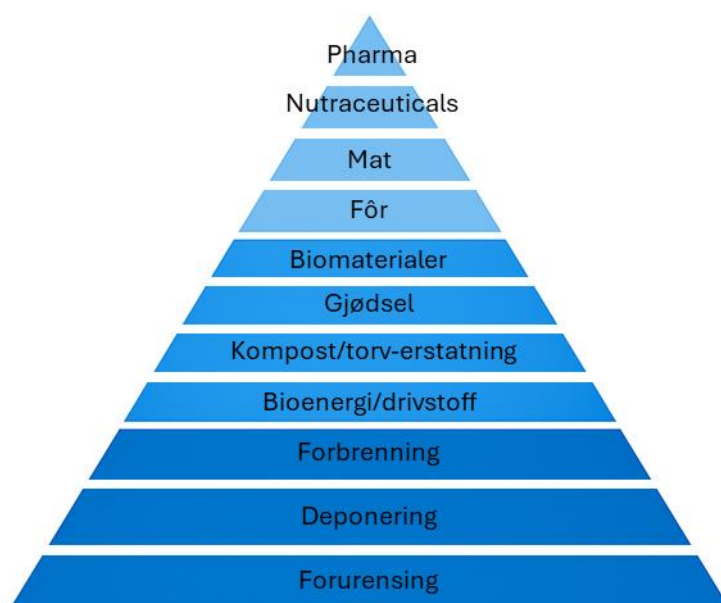
I en artikkel publisert av SINTEF Ocean i samarbeid med Universitetet på Island konkluderes det med at de største tapene av mat («food loss and waste») fra fiskeri på bunnfisk (som torsk, sei og hyse) skjer under innhøsting/fiske og detaljhandel, mens et lavere volum går tapt under prosessering [21]. Det kommer frem at Island har kommet lengre enn Norge i ressursutnyttelse og bearbeiding til høyverdige produkter fra bunnfisk, som følge av regulatoriske, økonomiske og institusjonelle årsaker. Island har høyere forekomst av vertikalt integrerte verdikjeder og prosesserer en større andel av fisken som landes (filetering og porsjonspakning) mens norsk fisk primært eksporteres hel sløyd som følge av høye tollsatser på bearbeidede produkter og høye lønninger [11, 21].

I 2024 ble omkring 976 000 tonn restråstoff fra norsk fiskeri- og havbruksnæring utnyttet, av dette kom 176 000 tonn fra hvitfisksektoren. Restråstoffet anvendes til ulike formål, som humant konsum, førkomponenter og biogass. Det meste av det utnyttede restråstoffet går inn mot marin ingrediensindustri, hvorav mye går til fôr og konsum. Lite blir benyttet mot mer høyt betalende markeder som kosmetikk, farmasi og kosttilskudd. I 2024 gikk 15 % av det utnyttede restråstoffet fra sjøma-

tnæringen til humant konsum [10]. I humant konsum inngår både sjømatprodukter, som lever, rogn og tunger, som utgjorde 14 %, samt tran og proteinekstrakter, som utgjorde 1 %. Andelen restråstoff som går direkte til humant konsum har økt de siste årene, og et høyere antall fraksjoner selges til etterspørrende markeder i Asia og Afrika. Det er hvitfisksektoren som har frembrakt mest produkter til humant konsum, hvor det blant annet selges torskemelke, tørkede torskehoder, torskemager, og rygger med svømmeblære. Av det totale utnyttede restråstoffet gikk hele 66 % til fôrkomponenter (inkluderer fôr til fisk, husdyr, kjæledyr og pelsdyr), og 19 % gikk til biogassproduksjon [10]. I «restråstoffrapporten» ble det beregnet at førstehåndsverdien av marint restråstoff fra norsk sjømatnæring var på omkring 4,8 milliarder kroner i 2024, noe som tilsvarer en oppgang på 6 % fra 2023. Brutto omsetningsverdi endte på ca. 7,8 milliarder kroner [10]. Den totale eksportverdien for konsumprodukter basert på marint restråstoff i 2024 endte på 1,6 milliarder kroner, med en gjennomsnittspris på 48,8/kg [10].

3 Hva er mulighetsrommet for produktutvikling fra innmat?

Vi har et ønske om at så mye som mulig av restråstoffet skal brukes til et verdifullt formål, og med dette redusere andelen som blir til avfall. Marint restråstoff inneholder store mengder verdifulle næringsstoffer, som proteiner og fett, som gjør at det egner seg til ulike formål. Målet er at alt som kan brukes til humant konsum skal brukes til det («food first principle»), det være seg som legemidler (pharmaceuticals), helseprodukt fra matkilder (nutraceuticals) eller som mat, før man eventuelt går videre inn mot fôr, biomaterialer, gjødsel og energi (Figur 2). Som nevnt tidligere (infoboks 1) er det ikke alt restråstoff som egner seg til humant konsum. Så lenge restråstoffet egner seg, og behandles som mat, kan det benyttes til humant konsum, det vil si at restråstoffet må behandles etter gjeldende regelverk og forskrifter, og innhold av uønskede stoffer må være innenfor godkjente grenseverdier [12].



Figur 2 Verdipyramide. Figur modifisert fra Bellona råvareløftet [14].

Denne rapporten setter søkelys på økt utnyttelse av innmat fra hvitfisk. Bokmålsordboka definerer innmat som «*innvoller som blir brukt til mat*» [22]. Innvoller (*vicera* på latin) er organene i bryst- og bukhulen [23], som i all hovedsak består av tarmkanalen, leveren, kjønnskjertlene, og andre indre organer som hjerte, nyrene, og milten. Ulike kulturer har forskjellige tradisjoner rundt bruken av innvoller til mat, blant annet den skotske tradisjonsretten haggis som lages av innmat fra får, eller den nord-franske tradisjonsretten andouillette som er en pølse bestående av svineinnvoller. I Norge har vi tradisjon for bruk av enkelte innvoller, for eksempel til produksjon av ulike posteier, samt skreimølje som inneholder lever og rogn.

Viktige innmatfraksjoner fra hvitfisk inkluderer lever, rogn/melke, mage- og tarmsystem og andre innvoller som nyrene og svømmeblæra. Torskeinnvoller inneholder omkring 60 % vann, 20 % fett, 12 % protein og 1 % aske [24]. Mager fisk, som for eksempel torsk, lagrer fett som triacylglycerol i leveren [25]. Torskelever inneholder omkring 30 % vann, 65 % fett, 7 % protein og i underkant av 1 % aske [24]. Det kan være stor variasjon i mengden og komposisjon av innmat og lever i torsk avhengig av sesong, diett, alder og kjønn [24]. I tillegg til å være en god kilde til fett og protein, kan innmat fra fisk være en god kilde på fettløselige vitaminer som er viktige for blant annet immunforsvar, syn, beinbygning og fosterutvikling [26]. En utfordring ved videre prosessering og anvendelse av innvoller er at biomassen er utsatt for hurtig degradering, noe som skyldes høy mikrobiell og enzymatisk aktivitet [13, 27]. I tillegg gjør det høye innholdet av fett, vann og ulike organiske forbindelser biomassen utsatt for oksidasjon og

mikrobiell vekst [24, 27]. Dette gjør riktig håndtering av restråstoffet essensielt for eventuell videreutnyttelse.

I dag behandles og utnyttes innmat fra hvitfisk på forskjellige måter, for eksempel benyttes rogn, melke og lever til humant konsum. Torskelever har som nevnt høyt fettinnhold [24], spesielt høyt innhold av langkjedede omega-3 fettsyrer (EPA og DHA) og har dermed stort potensiale inn mot humant konsum. Lever utnyttes derfor til produksjon av tran, mens rogn og melke blir ofte blansjert, saltet eller røkt, og selges som delikatesser. Torskemelke er for eksempel populært som sushi-topping i Japan. Fortsatt er det en stor andel av innmaten som ikke anvendes inn mot humant konsum, men heller går til mer lavt betalende marked. Når det gjelder torskemelke er det kun den fineste (hvite, ikke rødsprengt) torskemelken som går til humant konsum, mens det resterende ofte går til fôr i form av ensilasje. Svømmeblæra har høyt kollageninnhold, og kan derfor være anvendelig inn i flere felt, som mat, emballasje, biomedisin (tissue engineering), kosmetikk, kosttilskudd og mer [28]. I tillegg regnes den for å ha medisinske egenskaper, ifølge tradisjonell kinesisk medisin [29]. Automatisert fraksjonering av innmaten vil kunne føre til økt bruk inn mot blant annet konsumprodukter. I dag er sorteringen av innmatfraksjonene primært en manuell prosess, men det finnes delvis automatiserte løsninger for uttak av lever. Separasjon av innmatfraksjoner er komplisert på grunn av innmatens struktur; massen henger sammen med hinner, og organene er glatte og skjøre [30]. Derfor blir lite av hvitfiskgonadene fraksjonert i dag, da det er en manuell og dermed kostnadskrevende prosess. Fremskritt innen automatisering av en slik sortering-/fraksjoneringsprosess vil kunne ha stor innvirkning på videre bruk og foredling av disse råstoffene.

Det forskes mye på bruk av marint restråstoff globalt og nasjonalt. Spesielt enzymatisk hydrolyse for produksjon av proteinhydrolysat og bioaktive peptider har vært i fokus. Forskningen fokuserer ofte på utvikling av hydrolyseprosessen, samt eventuelle bioaktive egenskaper av hydrolysatene. Bioaktivitetsstudier involverer analyser som kan si noe om eventuelle tilleggseffekter av hydrolysatene på helse, utover den ernæringsmessige verdien. Eksempler på velstuderte bioaktiviteter er antioksidant, antimikrobielt, antihypertensiv (blodtrykksregulerende) og anti-inflammatorisk aktivitet. Tiltent produktgruppe for hydrolysatene er ofte som ingrediens i funksjonell mat, kosttilskudd, kosmetikk, farmasøytiske produkter og emballasjeingredienser. Til tross for store mengder forskning på feltet har ikke proteinhydrolysat og bioaktive peptider blitt en særlig stor kommersiell suksesshistorie. Selv om noen har klart å produsere og få salg på produkter fra enzymatisk hydrolyse, anvendes fortsatt store mengder restråstoff til for eksempel fôr og energi. Det er flere grunner til dette, blant annet uønsket smak og lukt på sluttproduktet, lav forbrukeraksept og etterspørsel, høy konkurranse, dyr og komplisert oppskaleringsprosess og regulatoriske barrierer. Det foreligger blant annet regelverk som begrenser markedsføringsmuligheter basert på helsepåstander til produktene [11, 31]. Vang et al. [12] beskriver i detalj aktuelle regelverk, handelsbegrensninger og markedsproblematikk som skaper utfordringer for økt utnyttelse av restråstoff. Flere antyder at markedet vil utvikle seg med tiden, men per i dag er dette et noe vanskelig marked å komme seg inn i. De fleste norske aktørene som produserer høyverdi-produkter fra restråstoff av hvitfisk lager oljeprodukter [12].

I 2023 gikk 64 % av alt tilgjengelig restråstoff i Norge til fôrproduksjon (fiskefôr, husdyrfôr, kjæledyrfôr og pelsdyrfôr), som tilsvarte 312 000 tonn fôrprodukter, av dette gikk 71 % til fiskefôr [20]. I 2024 ble samfunnsoppdraget for bærekraftig fôr etablert og startet [18]. Hovedmålet for samfunnsoppdraget er at *«alt fôr til oppdrettsfisk og husdyr skal komme fra bærekraftige kilder og bidra til å redusere klimagassutslipp i matsystemet»*. Dette skal blant annet oppnås ved å skape en sterk fôringrediensindustri i Norge. I 2020 var 8 % av fôringrediensene brukt i laksefôr norskproduserte, og de resterende 92 % var importert [32]. Fôret står for omkring 75 % av klimagassutslippene knyttet til lakseoppdrett frem til slakt [33]. Et av delmålene i samfunnsoppdraget er at norsk-produserte fôringredienser i fiskefôr skal øke til 25 % innen 2034. For at dette skal oppnås, må vi finne nye råstoff til fôrproduksjon, og vi må bli bedre på å utnytte de råstoffene vi har tilgjengelig. En av utfordringene med økt utnyttelse av restråstoff fra

hvitfisknæringen er at mye av restråstoffet ikke tas i land, spesielt fra den havgående flåten. Dette begrenser tilgjengeligheten av råstoff fra denne sektoren. Pris på fiskemel har vært svakt stigende de siste årene, og det har vært en kraftig stigning i pris på fiskeolje som skyldes redusert produksjon i Peru [34]. Basert på andelen ikke-utnyttet restråstoff fra havgående flåte i 2021, ble det estimert et verdiskapingspotensial på nærmere 400 millioner NOK basert på produksjon av fiskemel og fiskeolje. Fra hvitfiskindustrien i sin helhet lå verdiskapingspotensialet på rundt 740 millioner NOK ved utnyttelse av ikke-utnyttet restråstoff [34]. Råvareløftet er et samarbeid mellom Bellona, Sjømat Norge, Aker Biomarine, Biomar, Cargill, Hordafor, Mowi, Skretting og Zooca. Målet er å akselerere produksjon av norske råvarer [14]. I deres rapport påpeker de at det forsvinner store mengder restråstoff fra hvitfisknæringen på havet, men at teknologien er moden for storskala produksjon og bærekraftspotensialet er betydelig [14]. Det er tydelig at det er stort potensiale, både økonomisk, industrielt og fra et bærekraftsperspektiv, i å øke utnyttelsen av restråstoff fra hvitfisknæringen inn mot før [14, 18, 34].

Bruk av proteinhydrolysat og proteinekstrakt som nitrogeningrediens (pepton) til mikrobiell fermentering har også blitt studert. Dette kan være spesielt interessant ettersom bruken av fermentering er i vinden både med tanke på matproduksjon og produksjon av mikrobielle føringredienser. Mikrobene trenger tilførsel av næringsstoffer for å vokse, og det forskes mye for å finne fremtidens karbon- og nitrogenkilder. Innmat er nitrogenrikt, både med høyt innhold av proteiner, men også nukleotidinnhold i gonadene. I industriell mikrobiell produksjon er dyrkingsmedier/dyrkningssubstrat (spesielt nitrogenkilde) en av faktorene som har størst påvirkning på pris. Hydrolysater av torskeinnmat har vist lovende resultater på mikrobiell vekst sammenlignet med kommersielle peptoner (nitrogenkilder), og hydrolysater genererte like god eller bedre vekst av de fleste av de testede mikroorganismene (*Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus sakei*, *Lactobacillus plantarum*, *Saccharomyces cerevisiae* og *Aspergillus niger*) [35, 36]. Proteinhydrolysater produsert av innmatfraksjoner fra fisk har også blitt studert med tanke på anvendelse som biostimulanter, som et alternativ til konvensjonell gjødsel [37].

Innmat har høyt innhold av enzymer som er essensielle for fiskens fordøyelsessystem, og sørger for at maten brytes ned og tas opp i kroppen. Forskjellige proteaser og peptidaser, lipaser, karbohydraser og nukleaser er eksempler på enzymer som finnes i fiskens fordøyelsessystem og har anvendelse i ulike industrielle sammenhenger. Enzymer som ekstraheres fra kaldtvannsarter, slik som torsk, har en del gunstige egenskaper som kan bidra til å bedre kvalitet på en del produkter ved at de har høy aktivitet ved lave temperaturer [38]. Bedriften ArcticZymes Technology utvikler og selger slike kulde-adapterte enzymer som er aktive ved lave temperaturer, og som dermed kan inaktiveres ved bruk av moderat varmebehandling («heat-labile enzymes»).

4 Sammendrag

Formålet med rapporten var å undersøke mulighetene for økt verdiskaping fra innmat fra hvitfisknæringen med utgangspunkt i eksisterende litteratur. For å sikre global matsikkerhet og bærekraftige matsystemer er vi avhengige av økt ressursutnyttelse. I Norge er vi gode på restråstoffutnyttelse, men det foreligger enda et stort potensial for bedre utnyttelse av restråstoff fra hvitfisknæringen, spesielt fra den havgående flåten. Innmat fra hvitfisk inneholder store mengder verdifulle næringsstoffer og kan utnyttes bedre enn det gjøres i dag. Store mengder «går tapt» på sjøen og av det som anvendes går betydelige mengder til lavverdi-produkter som til ensilasje og energi. Dette peker på et stort potensial for økt verdiskaping ved høyere anvendelse til konsumprodukter, høyverdiprodukter som kosttilskudd, biomedisinske produkter og kosmetikk, samt føringredienser.

5 Referanser

1. United Nations, *World Population Prospects 2024: Summary of Results*. 2024. Hentet fra: https://population.un.org/wpp/assets/Files/WPP2024_Summary-of-Results.pdf (tilgangsdato 03.03.2025).
2. World Health Organization. *Malnutrition*. 2024. Hentet fra: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/malnutrition> (tilgangsdato 03.03.2025).
3. Food and Agriculture Organization of the United Nations, *The State of World Fisheries and Aquaculture 2024 - Blue Transformation in action*. 2024. Hentet fra: [The State of World Fisheries and Aquaculture 2024](#) (tilgangsdato 03.03.2025).
4. Andersen, L.F., et al., *Benefit and risk assessment of fish in the Norwegian diet - Scientific Opinion of the Steering Committee of the Norwegian Scientific Committee for Food and Environment*. 2022. Hentet fra: [Benefit and risk assessment of fish in the Norwegian diet - Vitenskapskomiteen for mat og miljø](#) (tilgangsdato 25.08.2025).
5. Helsedirektoratet. *Kostrådene*. 2024. Hentet fra: <https://www.helsenorge.no/kosthold-og-ernaring/kostradene/> (tilgangsdato 03.03.2025).
6. Costello, C., et al., *The future of food from the sea*. Nature, 2020. **588**(7836): p. 95–100. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2616-y>
7. Redaksjonen – Fiskeriavisa Kyst og Fjord. *Laveste kvote siden 1991*. 2024. Hentet fra: <https://www.kystogfjord.no/nyheter/n/dRMVQz/laveste-torskekvote-siden-1991> (tilgangsdato 04.09.2025).
8. FAO Globefish. *Barents Sea cod quota cut by 25 percent*. 2024. Tilgjengelig fra: [Barents Sea cod quota cut by 25 percent](#) (tilgangsdato 04.09.2025).
9. Opdal, V.L. *Anbefaler ytterligere nedgang i fiskekvoten*. 2025. Tilgjengelig fra: <https://www.hi.no/hi/nyheter/2025/juli/anbefaler-ytterligere-nedgang-i-torskekvoten> (tilgangsdato 04.09.2025).
10. Myhre, M., et al., *Analyse marint restråstoff 2024*. 2025. Tilgjengelig fra: [Restråstoffanalyse 2023–2025: Tilgjengelighet og anvendelse av marint restråstoff fra norsk fiskeri- og havbruksnæring](#) (tilgangsdato 26.08.2025).
11. Nærings- og fiskeridepartementet, *Grønn verdiskaping og økt bearbeiding i sjømatindustrien*. 2022. Tilgjengelig fra: [Grønn verdiskaping og økt bearbeiding i sjømatindustrien](#) (tilgangsdato 03.03.2025).
12. Vang, B., et al., *Utfordringer som hindrer økt utnyttelse av marint restråstoff og marine arter*. 2021. Tilgjengelig fra: [NOFIMA vitenarkiv: Utfordringer som hindrer økt utnyttelse av marine restråstoff og marine arter](#) (tilgangsdato 03.03.2025).
13. Nærings- og fiskeridepartementet, *Regjeringa sin strategi for auka verdiskaping frå marint restråstoff*. 2019. Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/contentassets/0891087a014e4bab8bd2d9db5e88750d/no/sved/1.pdf> (tilgangsdato 03.03.2025).
14. Miljøstiftelsen Bellona, *Råvareløftet - Hva skal laksen spise? Råvareløftets veikart og barrierestudier for nye førråvarer*. 2022. Tilgjengelig fra [Råvareløftet-veikart.pdf](#) (tilgangsdato 05.03.2025).
15. Mattilsynet. *Veileder for animalske biprodukter*. 2025. Tilgjengelig fra: <https://www.mattilsynet.no/animaliebiprodukter/veileder-for-animalske-biprodukter> (tilgangsdato 25.08.2025).
16. Det kongelige nærings- og fiskeridepartement, *Melding til Stortinget - En konkurransekraftig sjømatindustri*. 2016. Hentet fra: [Meld. St. 10 \(2015–2016\)](#) (tilgangsdato 03.03.2025).
17. Nærings- og fiskeridepartementet, *Kjente ressurser - uante muligheter: Regjeringens bioøkonomistrategi*. 2016. Tilgjengelig fra: [Kjente ressurser – uante muligheter Regjeringens bioøkonomistrategi](#) (tilgangsdato 03.03.2025).

18. Forskningsrådet, *Et samfunnsloft for bærekraftig fôr - Samfunnsoppdrag om bærekraftig fôr: forslag til mål og organisering*. 2023. Hentet fra: <https://www.forskningsradet.no/siteassets/publikasjoner/2023/et-samfunnsloft-for-barekraftig-for-21nov.pdf> (tilgangsdato 03.03.2025).
19. Klima- og miljødepartementet, *Samfunnsoppdraget for sirkulær økonomi*. 2025. Tilgjengelig fra: [Samfunnsoppdraget for sirkulær økonomi - regjeringen.no](https://www.regjeringen.no) (tilgangsdato 25.08.2025).
20. Myhre, M., et al., *Analyse marine restråstoff 2023 - Tilgjengelighet og anvendelse av marint restråstoff fra norsk fiskeri- og havbruksnæring*. 2024. Tilgjengelig fra: <https://www.sintef.no/contentassets/f87ee6b4a78846888459395cc020262e/analyse-marint-restrastoff-2023-1.pdf> (tilgangsdato 03.03.2025).
21. Strand, A.V., et al., *Can higher resource utilization be achieved in demersal fish supply chains? Status and challenges from Iceland and Norway*. Resources, Environment and Sustainability, 2024. **16**: p. 100157. <https://doi.org/10.1016/j.resenv.2024.100157>.
22. Språkrådet og Universitetet i Bergen. *Innmat*. Ikke datert. Tilgjengelig fra: <https://ordbokene.no/nob/bm/innmat> (tilgangsdato 04.09.2025).
23. Språkrådet og universitetet i Bergen. *innvoll*. Ikke datert. Tilgjengelig fra: <https://ordbokene.no/nob/bm/26798> (tilgangsdato 04.09.2025).
24. Meidell, L.S., et al., *Upgrading Marine Oils from Cod (Gadus morhua) On-Board the Deep-Sea Vessels—From Waste to Value*. Foods, 2023. **12**(8): p. 1659. doi:10.3390/foods12081659
25. Daukšas, E., et al., *Composition of fatty acids and lipid classes in bulk products generated during enzymic hydrolysis of cod (Gadus morhua) by-products*. Process Biochemistry, 2005. **40**(8): p. 2659–2670. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2004.12.012>
26. Oterhals, Å., S. Steinsholm, og O.A. Gudbrandsen, *Utbyttestall og nærings-stoffinnhold i hvitfiskmel og olje basert på restråstoff fra torsk, hyse og sei*. 2023. Tilgjengelig fra: <https://nofima.brage.unit.no/nofima-xmlui/handle/11250/3109446> (tilgangsdato 04.09.2025).
27. Meidell, L.S., et al., *Valorization of Saithe (Pollachius virens) Residuals into Protein Hydrolysates—Silaging as Preservation Technology*. Foods, 2024. **13**(13): p. 2133. doi:10.3390/foods13132133
28. Dong, Y. and Z. Dai, *Physicochemical, Structural and Antioxidant Properties of Collagens from the Swim Bladder of Four Fish Species*. Marine Drugs, 2022. **20**(9): p. 550. doi:10.3390/md20090550
29. Pan, Y., et al., *Glycosaminoglycans from fish swim bladder: isolation, structural characterization and bioactive potential*. Glycoconjugate Journal, 2018. **35**(1): p. 87–94. <https://doi.org/10.1007/s10719-017-9804-5>
30. Toldnes, B., et al., *Sluttrapport - GutOut Mekanisk interaksjonsverktøy for uttak av innmat fra torsk*. 2024. Tilgjengelig fra: [Mekanisk interaksjonsverktøy for uttak av innmat fra torsk \(GutOut\)](#) (tilgangsdato 12.09.2025).
31. Whitaker, R.D., et al., *Marine Bioactive Peptides in Supplements and Functional Foods - A Commercial Perspective*. Curr Pharm Des, 2021. **27**(11): p. 1353–1364. 10.2174/1381612824999201105164000
32. Aas, T.S., T. Ytrestøyl, og T. Åsgård, *Utnyttelse av fôrressurser i norsk oppdrett av laks og regnbueørret i 2020*. 2022. Tilgjengelig fra: [Utnyttelse av fôrressurser i norsk oppdrett av laks og regnbueørret i 2020. Faglig sluttrapport | Nofima](#) (tilgangsdato 05.03.2025).
33. Johansen, U., et al., *Greenhouse gas emissions of Norwegian salmon products*. 2022. Tilgjengelig fra: [SINTEF Open: Greenhouse gas emissions of Norwegian salmon products](#) (tilgangsdato 05.03.2025).
34. Oterhals, Å., et al., *Økt verdiskaping og standardisering av hvitfiskmel basert på restråstoff om bord i norske fabrikktrålere*. 2024. Tilgjengelig fra [NOFIMA vitenarkiv: Økt verdiskaping og standardisering av hvitfiskmel basert på restråstoff om bord i norske fabrikktrålere](#) (tilgangsdato 04.03.2025).

35. Aspmo, S.I., S.J. Horn, og V.G.H. Eijsink, *Hydrolysates from Atlantic cod (Gadus morhua L.) viscera as components of microbial growth media*. Process Biochemistry, 2005. **40**(12): p. 3714–3722. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2005.05.004>
36. Horn, S.J., S.I. Aspmo, and V.G. Eijsink, *Growth of Lactobacillus plantarum in media containing hydrolysates of fish viscera*. J Appl Microbiol, 2005. **99**(5): p. 1082–9. 10.1111/j.1365-2672.2005.02702.x.
37. Domínguez, H., et al., *Fish Viscera Hydrolysates and Their Use as Biostimulants for Plants as an Approach towards a Circular Economy in Europe: A Review*. Sustainability, 2024. **16**(20): p. 8779. <https://www.mdpi.com/2071-1050/16/20/8779>
38. Khiari, Z., *Sustainable Upcycling of Fisheries and Aquaculture Wastes Using Fish-Derived Cold-Adapted Proteases*. Front Nutr, 2022. **9**: p. 875697. 10.3389/fnut.2022.875697